

PROSPECÇÃO DE TECNOLOGIAS DE GASEIFICAÇÃO DE BIOMASSA

LIMA, Ariel Almeida¹; SILVA, Daniel Pereira²; SILVA, Isabelly Pereira³

¹ Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, arielalmeida1@outlook.com

² Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, silvadp@hotmail.com

³ Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, isabelly@ufs.br

Resumo: Os problemas relacionados ao meio ambiente implicam na necessidade do desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. Neste contexto, a gaseificação surge como alternativa para geração de energia sustentável a partir de biomassa. Gaseificadores são classificados em leito fixo ou fluidizado. Para comprovação da viabilidade futura de uma tecnologia, uma prospecção tecnologia pode fornecer informações viáveis para análise. Com isso, o presente trabalho pretende realizar uma prospecção tecnologia através de artigos e patentes da gaseificação de biomassa.

Palavras-chave: Gaseificação; Biomassa; Energias sustentáveis, prospecção tecnológica.

PROSPECTING OF BIOMASS GASIFICATION TECHNOLOGIES

Abstract: Problems related to the environment imply the need to develop sustainable technologies. In this context, a gasification appears as an alternative for the generation of sustainable energy from biomass. Gasifiers are classified in fixed or fluidized bed. To prove viability, a future technology can provide viable information for analysis. With this, the present work sends a prospection of technology through articles and patents of biomass gasification.

Keywords: Gasification; Biomass; Sustainable energies, technological prospecting.

1 Introdução

O aumento nas mudanças climáticas está sendo um dos principais problemas que a humanidade vem enfrentado. A forma com que a energia vem sendo processada e utilizada é, muitas vezes, incoerente com o desenvolvimento sustentável (GOLDMBERG; LUCON, 2007)

A expansão energética ao longo da história, se baseia em princípios técnicos e econômicos, sendo que a partir de 1970 os impactos ambientais de tal expansão tem ocorrido, ou ao menos percebido, constantemente. A importância de um desenvolvimento sustentável pode variar em regiões socioeconomicamente menos favorecidas. Todavia, parâmetros

internacionais sobre o meio ambiente, vem pré-determinando a uniformização de debates sobre os impactos ambientais do desenvolvimento econômico, uniformemente, entre todas as nações na tentativa de possibilitar o acesso dos países em desenvolvimento aos avanços recentes de geração de energia elétrica por fontes renováveis. (SILVA, 2006; ABRAMOVAY, 2014)

No Brasil, de acordo com Carvalho; Abreu; Correia Neto (2017) para uma maior disseminação de geração de energia sustentável, é necessária flexibilização no modelo regulatório brasileiro de energias sustentáveis com mudanças que possam possibilitar o acesso de todas as fontes renováveis de energia.

As energias renováveis surgem como alternativa para utilização sustentável de energia, pois o desenvolvimento destas possibilita a independência em relação a fontes energéticas que, embora sejam as principais, poderão esgotar, tal como o petróleo, e além disso promovem a diversificação energética (EICKLER et al., 2015; PÉREZ; BERGE; AGUDELO, 2009). A gaseificação, neste contexto, vem sendo motivo de estudo por ser uma tecnologia capaz de promover a sustentabilidade através da geração de energia por meio da biomassa (TONG et al., 2007; ALAUDDIN et al., 2010)

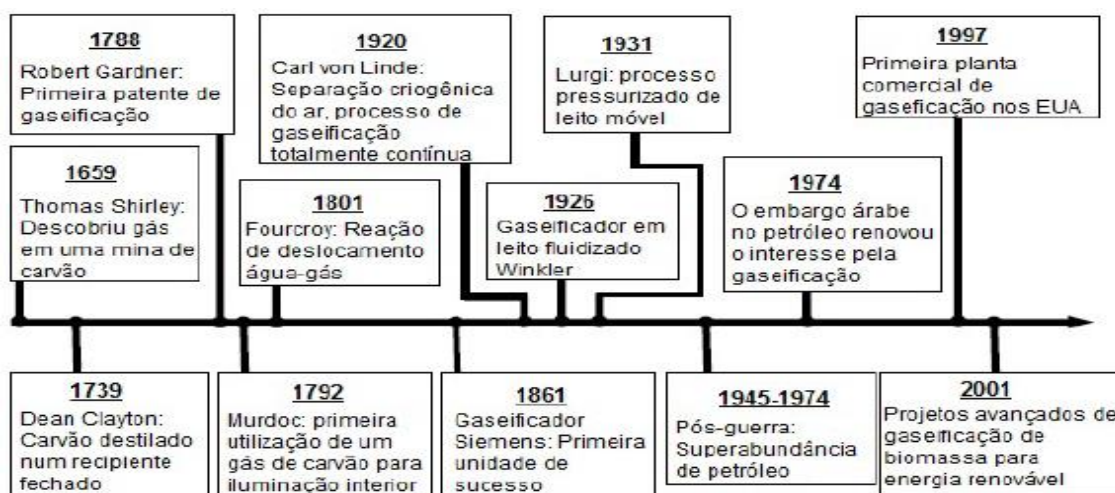
Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo analisar o avanço tecnológico relacionado a gaseificação, demonstrando a realização de inovações tecnológicas relacionadas ao tema. Mais especificamente, o trabalho analisará tecnologias de gaseificação inovadoras e eficientes através da prospecção de artigos e patentes dando a devida relevância a tecnologias que apresentem viabilidade em relação a custos de operacionalização, com o potencial de aplicar em comunidades rurais de Sergipe.

2 Gaseificação

A gaseificação, de forma sucinta, pode ser compreendida como o processo de conversão de um material de caráter sólido ou líquido, que contenha carbono em sua composição, em gases com características combustíveis. O processo é realizado através da oxidação parcial a temperaturas entre 800 a 1100 °C e em pressões até 33 bar. Para gaseificação, faz-se necessário um agente de oxidação, geralmente, o vapor de água, oxigênio ou a mistura dos mesmos são utilizados como tal (LORA, 2012)

No decorrer dos anos, de acordo com Basu (2010) o estado da arte da gaseificação vem sendo desenvolvido e está apresentado de acordo com a Figura 1 a seguir.

Figura 1 – Estado da arte da gaseificação



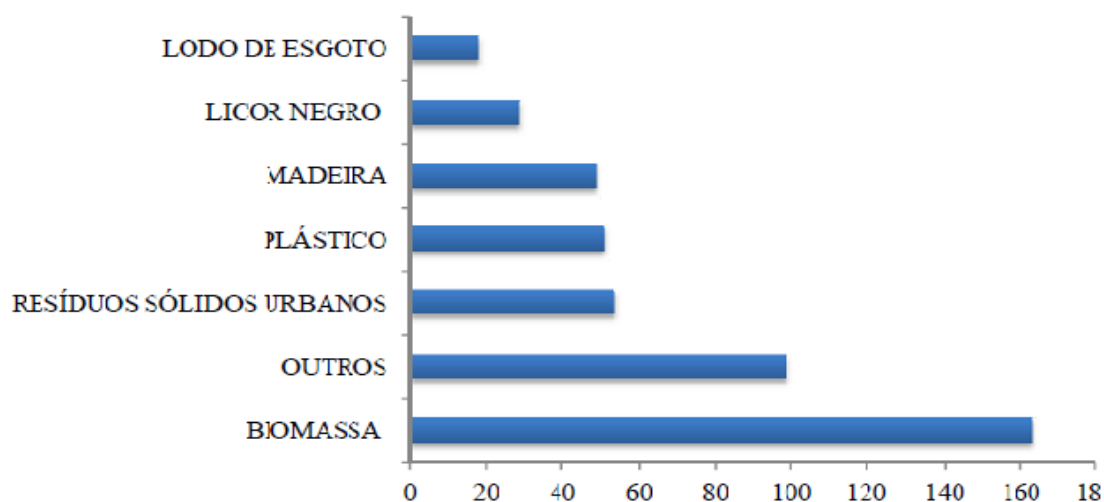
Fonte: Basu (2010)

2.1 Biomassa

Biomassa corresponde a materiais com características vegetais ou orgânicas. Atualmente, este material vem se tornando uma alternativa como produto para transformação de energia pois pode contribuir com a diminuição das emissões de dióxido de carbono e gerar energia descentralizada. As transformações energéticas destes podem ser feitas através de processos como a gaseificação, pirólise e biodigestão. (ANDRADE, 2007; CHAVES, 2012).

Como demonstrado na figura 3 a seguir e em conformidade com Okamura *et al* (2013) a biomassa é o material mais utilizado no processo de gaseificação.

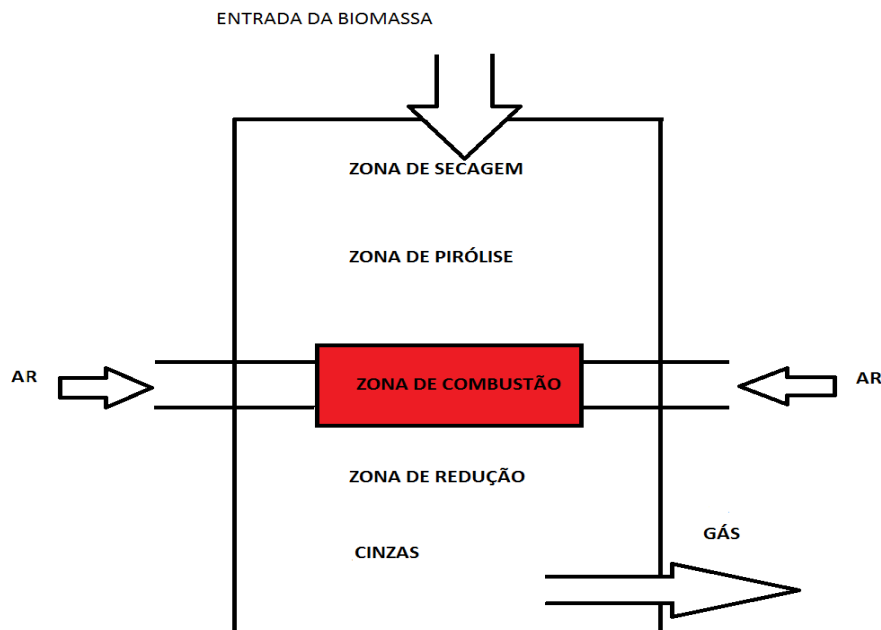
Figura 2 – Principais materiais utilizados como combustíveis na gaseificação



Fonte: Okamura *et al.* (2013)

A Figura 3, de forma genérica, explicita o processo da gaseificação de biomassa.

Figura 3 – Processo da genérico da gaseificação



Fonte: adaptado de Basu (2010)

3 Tecnologias de gaseificação

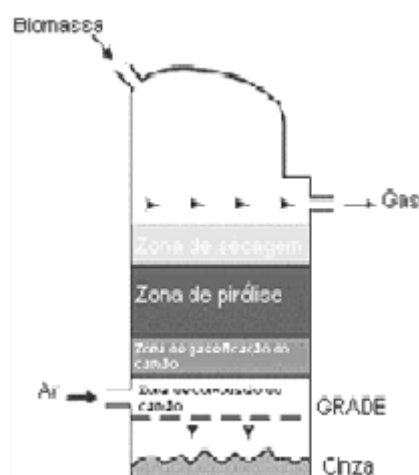
3.1 Gaseificação em leito fixo

Na gaseificação em leito fixo a matéria que será gaseificada se moverá pela ação da gravidade. Esta técnica é utilizada para conversão energética de pequenas quantidades de biomassa. A facilidade em desenvolver esta tecnologia em sua escala é devidamente considerada nos processos de conversão energética da biomassa. Dentre o grupo de gaseificadores de leito fixo, pode-se destacar os gaseificadores de leito fixo com fluxo contracorrente e os co-corrente (CENBIO et al., 2002; KINTO et al., 2002)

Fluxo contracorrente

Gaseificadores com fluxo contracorrente (ou ascendente) Figura são caracterizados pela produção de gases com quantidades consideradas de alcatrão e material particulado. O mesmo é utilizado em pequena escala para gaseificação de biomassa. Contracorrente faz referência a alimentação que é feita pelo topo do sistema de gaseificação. Algumas de suas vantagens é a possibilidade de gaseificar materiais com alto teor de água, além de simplicidade operacional. É importante considerar que o gás produzido neste sistema de gaseificação apresenta cerca de 10 a 20 % de alcatrão, por isso, para queima em turbinas, motores de combustão interna e produção de gás de síntese o alcatrão deve ser removido (CENBIO et al., 2002; KINTO et al., 2002)

Figura 4 – Gaseificador de leito fixo com fluxo contracorrente

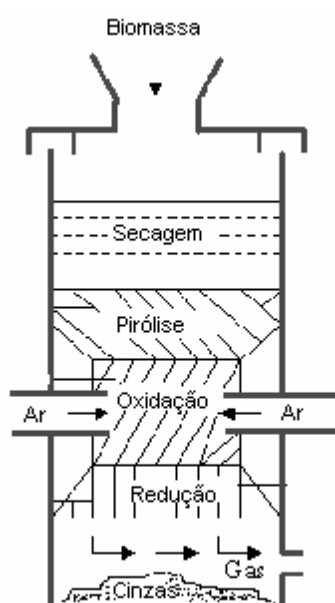


Fonte: KINTO *et al.* (2002)

Fluxo co-corrente

Gaseificadores com fluxo co-corrente (ou descendente) se assemelha com o contracorrente, diferindo que o ar e gás fluem com a mesma direção do combustível, ou seja, para baixo. Esta diferença torna o sistema interessante para um combustível como a biomassa. As vantagens de se ter este tipo de gaseificador é que a material produzido apresenta baixos teores de alcatrão sendo possível, dessa forma, transportar o gás em tubulações e utiliza-los em motores sem se preocupar com a limpeza (CENBIO *et al.*, 2002; KINTO *et al.*, 2002)

Figura 5 – Gaseificador de leito fixo com fluxo co-corrente



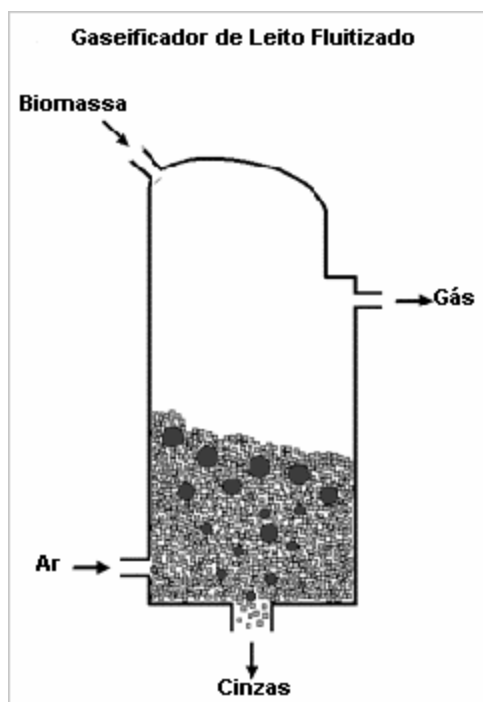
Fonte: Fonte: KINTO *et al.* (2002)

3.2 Gaseificação em leito fluidizado

Gaseificadores com leito fluidizado não vem a ser referência na conversão energética de biomassa em grande escala. Em gaseificadores deste tipo, adiciona-se um material como fluido com o objetivo de aumentar o contato da biomassa com o composto oxidante, aumentando assim as taxas de reação. Equipamento de gaseificação com essas características são recomendados para conversão de maiores quantidades de biomassa. Ademais, estes sistemas de gaseificação proporcionam uma maior flexibilidade nas características dos insumos, possibilitando a gaseificação de biomassa sem um rigoroso processamento anterior a alimentação.

A gaseificação em leito fluidizado apresenta elevados custos operacionais e os gases provenientes do processo podem apresentar baixa qualidade devido à natureza do próprio processamento (CENBIO et al., 2002; KINTO et al., 2002)

Figura 6 – Gaseificador em leito fluidizado



Fonte: KINTO *et al.* (2002)

4 Prospecção tecnológica

A prospecção tecnológica é uma área recente de estudo. A mesma compreende uma ferramenta crucial para o desenvolvimento da produção do conhecimento e sua utilização é justificada pela incerteza do futuro (RAMOS et al., 2011). Neste contexto, com a aplicação de técnicas de avaliação de prospecção tecnológica pode ser possível que empresas identifiquem

possíveis ameaças e oportunidades futuras e sejam capazes de traçar panoramas que lhes sejam favoráveis competitivamente (OZAKI;FONSECA;WRIGHT, 2013).

Em conformidade com Caruso e Tigre (2004) existem três tipos de abordagem que podem ser capazes de prospectar o futuro, são elas:

1. Baseada em interferência: Compreende nesta abordagem que o futuro reproduza fenômenos que já ocorreram, não considerando interrupção e cessação na trajetória evolutiva. Realizada através da “extrapolação de tendências”, baseia-se em modelos teóricos comparados com antecedentes históricos do problema.
2. Produção de trajetórias alternativas: Representação do futuro em cenários variados em processos de contraste com parâmetros determinados.
3. Futuro construído por Consenso: A construção é feita de forma subjetiva por pessoal capacitado em prospecção.

Essas três formas caracterizam as metodologias de prospecção de determinada tecnologia (CRUZ, 2012). Segundo Caruso e Tigre (2004) Três grupos organizam os métodos de prospecção de uma tecnologia:

1. Monitoramento: Caracteriza-se pelo monitoramento em relação a evolução dos fatos e fatores de mudanças, prezando pela realização continua e sistemática.
2. Previsão: Projeções realizadas levando em consideração informações históricas e construção de tendências.
3. Visão: Caracterizada pela previsão de acontecimentos futuros levando em consideração conhecimentos subjetivos de especialistas.

O monitoramento e previsão são feitos de forma quantitativa. Já a visão geralmente apresenta a metodologia qualitativa (CARUSO e TIGRE, 2004)

Conforme Guimarães (2016); Seiboth et al. (2014) e Santos (2015) prospectar tecnologicamente através do conhecimento de artigos e patentes publicados ao longo do tempo pode ser uma alternativa para conhecer a viabilidade e adquirir conhecimento do desenvolvimento de uma determinada tecnologia. De acordo com Cruz (2012) até uma invenção atingir o mercado, várias informações são expostas em artigos e bancos de patentes que possibilita, quando analisado uma fatia dessas publicações, a possibilidade de concretizar um perfil e detectar à possível potencialidade da tecnologia no mercado.

Para Sampaio (2010) as formas mais utilizadas para analisar patentes são:

- Avaliação do histórico, com o intuito de avaliar a relevância do tema a um determinado período de tempo. Essa avaliação, servirá para determinar o quão interessante vem sendo o desenvolvimento de determinada tecnologia.

- Em relação aos depósitos por país, com a finalidade de demonstrar a evolução de depósitos por países diferentes no decorrer do tempo e determinar quais dessas nações estão investindo em pesquisa e desenvolvimento de determinada tecnologia. Para tanto, considera-se o país pioneiro em depositar a patente. Geralmente, o primeiro a realizar o depósito é o possessor da tecnologia.
- Análise dos depositantes, com o objetivo de identificar empresas e/ou instituições que mais vem depositando patentes, determinando, portanto, as líderes no desenvolvimento de determinada tecnologia.
- Considerando às áreas do conhecimento, visando demonstrar quais áreas de maior relevância entre os documentos de patentes depositados.
- Levando em consideração à Classificação Internacional de Patente, objetivando a ordenação dos documentos de patentes para facilitar o contato à informação tecnológica que os mesmos contêm.

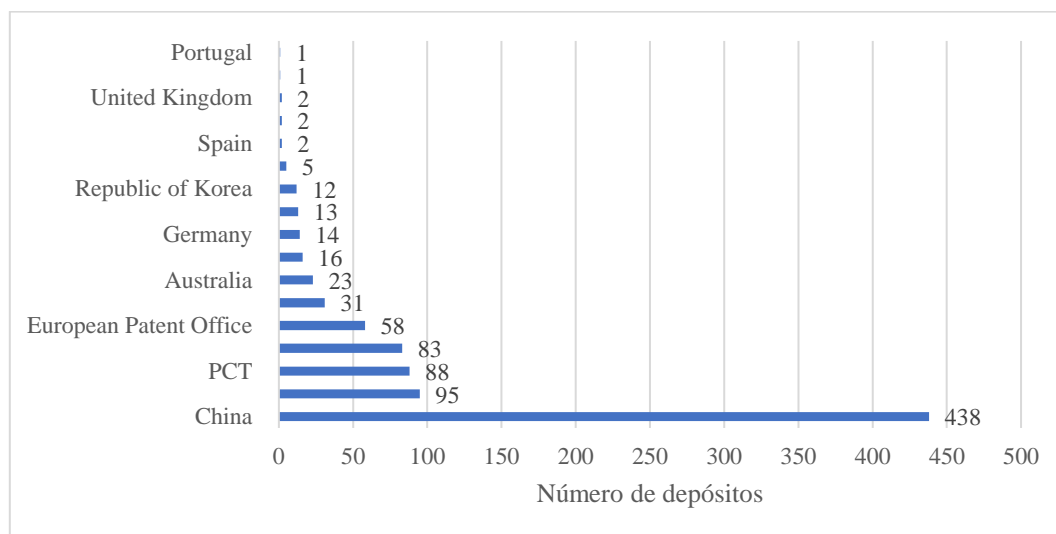
4.1 Prospecção tecnologia da gaseificação de biomassa

A pesquisa foi realizada em outubro de 2017 com o devido cuidado para garantir que a maior parte dos documentos fossem encontrados. Para isso, foi feito a procura de patentes internacionais através da base de dados WIPO (The World Intellectual Property Organization) utilizando para pesquisa as palavras chaves *gasification and biomass* nos campos palavras-chave, título e resumo. Para a busca de patentes brasileiras, utilizou-se a base de dados do INPI (Instituto Nacional da propriedade industrial) operando com as mesmas palavras como chave para busca. Na busca de artigos, a base de dados Scopus foi a utilizada.

No total, foram encontradas 884 patentes internacionais e 18 brasileiras. Em relação aos artigos, foram encontrados 1375 relacionados ao tema.

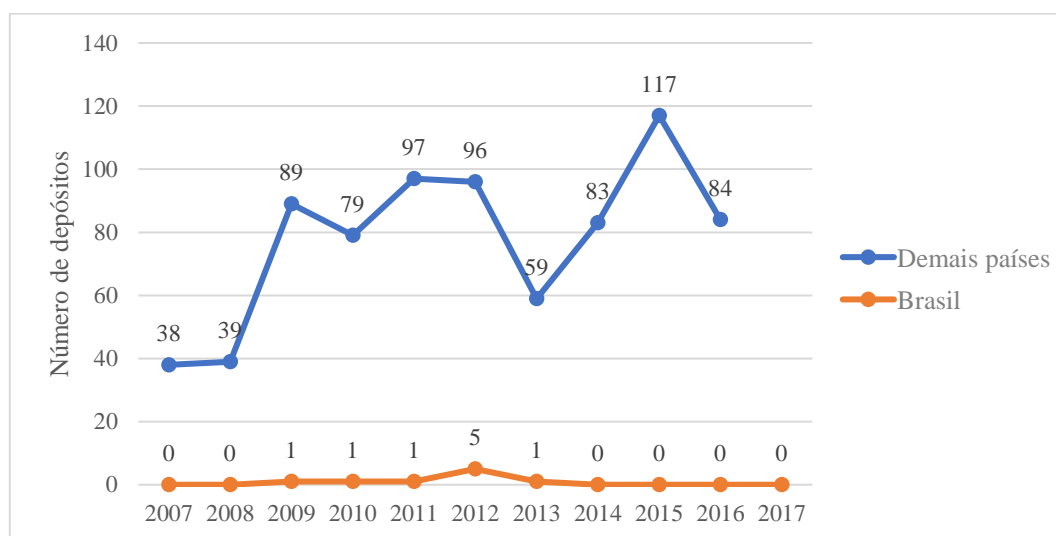
Pela Figura 7 é possível observar que o Brasil não se enquadra em um dos principais países depositantes de patentes relacionadas a gaseificação de biomassa. Na Figura 8, observa-se que a tecnologia, mesmo sendo cogitada em pesquisas internacionais, não vem recebendo a devida atenção no Brasil. Fatores como falta de incentivo governamental pode ser um determinante para tal realidade.

Figura 7 – *Ranking* dos principais países depositantes de patentes relacionadas a gaseificação de biomassa



Fonte: WIPO (2017)

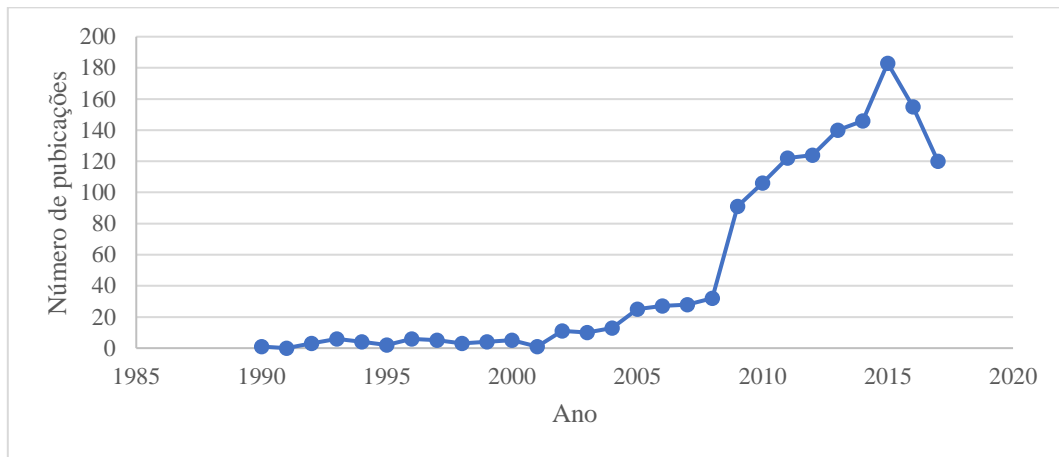
Figura 8 – Perfil comparando a evolução dos depósitos de patentes relacionadas a gaseificação de biomassa entre o Brasil e demais países



Fonte: WIPO (2017)

Através da Figura 9, observa-se a preocupação em realizar pesquisas em tecnologias que possam ser prospera por suas características favoráveis ambientalmente. A gaseificação, neste contexto, vem sendo bem cogitada despertando a devida atenção de pesquisadores ao longo dos anos.

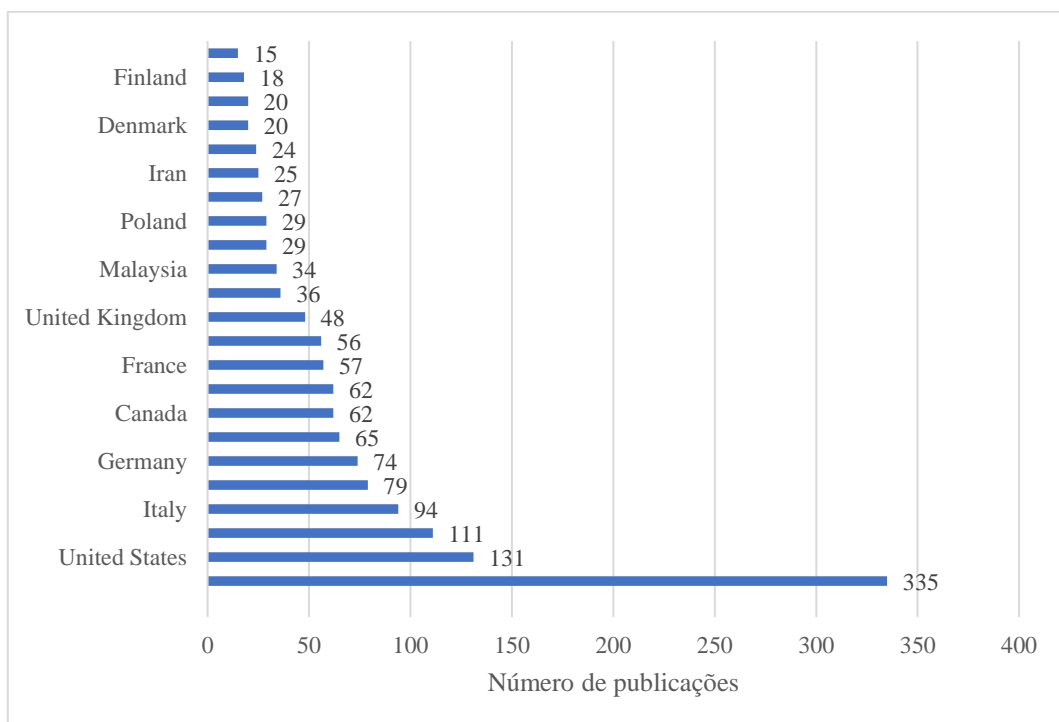
Figura – Evolução das publicações de artigos relacionados a gaseificação de biomassa



Fonte: WIPO (2017)

Atualmente, países como a China e Estados Unidos vêm investindo significativamente na tecnologia de gaseificação. Não obstante, os países citados aparecem na Figura 10 como líder e vice-líder, respectivamente, no total de publicação de artigos relacionados a tecnologia. Isso, de fato, demonstra a preocupação por parte desses países em desenvolver tecnologias que possam suprir uma determinada demanda de energia sem impactar drasticamente o meio ambiente.

Figura 10 – *Ranking* dos principais países depositantes de artigos relacionados a gaseificação de biomassa



Fonte: WIPO (2017)

5 Considerações finais

A gaseificação de biomassa é próspera pois pode ser uma tecnologia alternativa sustentável que poderá suprir demandas antes supridas por tecnologias não sustentáveis como os combustíveis derivados do petróleo.

Embora não seja uma tecnologia energética referência no Brasil, deve-se considerar que a gaseificação de biomassa é uma fonte energética sustentável promissora num país abundante em biomassa.

A china aparece como a nação que mais depositou patentes ao longo dos anos comprovando sua preocupação em desenvolver tecnologias que sejam capazes de suprir sua necessidade energética de forma sustentável. A publicação de artigos relacionados a gaseificação da biomassa cresce ao longo dos anos demonstrando, assim, a importância da tecnologia. Os Estados Unidos, por sua vez, demonstram sua preocupação no desenvolvimento energético sustentável a partir do número expressivo de publicações de artigos relacionados a gaseificação de biomassa.

Referências Bibliográficas

ANDRADE, Rubenildo Vieira. **Gaseificação de Biomassa: Uma Análise Teórica e Experimental**. 2007. 227 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Engenharia Mecânica, Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007.

ABRAMOVAY, Ricardo. INNOVATIONS TO DEMOCRATIZE ENERGY ACCESS WITHOUT BOOSTING EMISSIONS. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 3, p.1-18, set. 2014.

ALAUDDIN, Z.a.b.z. et al. Gasification of lignocellulosic biomass in fluidized beds for renewable energy development: A review. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, ., v. 14, n. 9, p.2852-2862, jul. 2010.

BASU, P., **Biomass Gasification and Pyrolysis – Practical Design and Theory**. Elsevier, UK, 365p. 2010. ISBN 978-0-12-374988-8.

CARUSO, L. A.; TIGRE, P. B. (organizadores). Modelo SENAI de Prospeção: Documento Metodológico. Montevideo. OIT/CINTERFOR. 2004.

CARVALHO, Francisco Ivanhoel Aguiar de; ABREU, Mônica Cavalcanti SÁ de; CORREIA NETO, Jocildo Figueiredo. FINANCIAL ALTERNATIVES TO ENABLE DISTRIBUTED MICROGENERATION PROJECTS WITH PHOTOVOLTAIC SOLAR POWER. **Mackenzie Management Review**, São Paulo, v. 18, n. 1, p.120-147, fev. 2017

CENBIO, Centro Nacional de Referência em Biomassa et al. **Comparação entre tecnologias de gaseificação de biomassa existentes no brasil e no exterior e formação de recursos humanos na região norte**. Estado da Arte da Gaseificação. 2002. Disponível em: <http://143.107.4.241/download/publicacoes/Estado_da_Arte.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2017.

CHAVES, Luiz Inácio. **Microgeração de energia elétrica com gás de síntese de um gaseificador concorrente utilizando Mazilaurus itaúba**. 2012. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Energia na Agricultura, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Cascavel, 2012.

CRUZ, Juliana Cunha da. **Evolução tecnológica das rotas de gaseificação e pirólise de materiais lignocelulósicos: um estudo bibliométrico**. 2012. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2012.

EICHLER, Paulo et al. Produção do biometanol via gaseificação de biomassa lignocelulósica. **Química Nova**, Porto Alegre, v. 38, n. 6, p.828-835, maio 2015.

GUIMARÃES, Daiane Costa. **O impacto da aplicabilidade de tecnologia de placa fotovoltaica voltada para residência familiar usando prospecção tecnológica**. 2016. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Propriedade Intelectual, Programa de Pós-graduação em Ciência da Propriedade Intelectual, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - Se, 2016.

GOLDEMBERG, JosÉ; LUCON, Oswaldo. Energias renováveis: um futuro sustentável. **Revista Usp**, São Paulo, n. 72, p.6-15, fev. 2007.

KINTO, Oscar Tadashi et al. **Energia da gaseificação de biomassa como opção energética de desenvolvimento limpo**. 2002. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022002000100061&script=sci_arttext>. Acesso em: 10 nov. 2017.

LORA, Electro Eduardo Silva et al., 2012. **Gaseificação e pirólise para a conversão da biomassa em eletricidade e biocombustíveis**. Arquivo de responsabilidade do professor Electro Silva Lora. Disponível em: <<http://www.nest.unifei.edu.br/portugues/pags/downloads/files/BiocombustiveisCap06.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2017.

OKAMURA, Layssa Aline et al. Obtenção sustentável de gás de síntese: prospecção das tecnologias disponíveis baseada em patentes e artigos. **Cadernos de Prospecção**, Curitiba, v. 6, n. 1, p.27-35, 2013.

OZAKI, Adalton Masalu; FONSECA, Fernando; WRIGHT, James T. C.. Prospecção Tecnológica e Consciência Sobre o Futuro: Um Estudo sob a Ótica das Capacidades Dinâmicas Utilizando Modelagem de Equações Estruturais. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 10, n. 1, p.98-118, Jan./Mar. 2013.

PÉREZ, Juan; BORGE, David; AGUDELO, John. Proceso de gasificación de biomasa: una revisión de estudios teórico – experimentales. **Rev. Fac. Ing.**, Medellín, v. , n. 52, p.95-107, abr. 2010.

Ramos, L. P. et al. Prospecção Tecnológica como uma Ferramenta Aplicada em Ciência e Tecnologia para se Chegar à Inovação. **Revista Virtual de Química**, Salvador, v. 3, n. 5, p.406-415, nov. 2011

SAMPAIO, Priscila Gonçalves Vasconcelos. **Prospecção tecnológica de células fotovoltaicas para energia solar**. 2015. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2015.

SANTOS, Sandra de Andrade. **Prospecção em tecnologia assistiva para alunos com surdez e cegueira no ensino superior: um estudo de futuro**. 2015. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Propriedade Intelectual. Posgrap, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - Se, 2015.

SEIBOTH, Tânia Regina et al. Mapeamento Tecnológico do Etanol de Sorgo e Tecnologias Correlatas Sob o Enfoque dos Pedidos de Patentes. In: 4ª SEMANA INTERNACIONAL DE ENGENHARIA E ECONOMIA, Horizontina - Rs: Fator, 5 A 7 de Novembro, 2014.

SILVA, Neilton Fidelis da. **Pontes de energia renováveis complementares na expansão do setor elétrico brasileiro: o caso da energia eólica**. 2006. 267 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências em Planejamento Energético., Coppe/ufRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

TONG, A. S. F. et al. Renewable energy generation by full-scale biomass gasification system using agricultural and forestal residues. **Practice Periodical of Hazardous, Toxic, And Radioactive Waste Management**, v. 11, n. 3, p.177-183, nov. 2007.